

6. Шуберт Ф. Светодиоды / Пер. с англ. под ред. А.Э. Юновича. – 2-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 496 с.

7. Сидоров В.Г., Сидоров Д.В., Соколов В.И. Влияние внутренних механических напряжений на характеристики светодиодов из арсенида галлия. СПб.: Санкт-Петербургский государственный технический университет, 1998. – 6 с.

УДК 614.842.6:665.63.012

ОЦЕНКА РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

Сергеев Кирилл Сергеевич, Сечин Андрей Александрович

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

E-mail: k.sergeev23@mail.ru

RISK ASSESMENT OF EMERGENCY AT THE ENTERPRISE OF THE OIL REFINING INDUSTRY

Sergeev Kirill Sergeevich, Sechin Andrey Alexandrovich

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Аннотация: Работа посвящена проведению оценки риска возникновения потенциально-возможных аварийных ситуаций на опасном производственном объекте нефтехимического комплекса путем определения источников и причин аварий, характерных для рассматриваемого объекта, анализом возможных последствий и приведением рекомендаций по организации необходимых для предотвращения аварии мероприятий.

Abstract: The work is devoted to assessing the risk of potential emergency situations at a hazardous production facility of the petrochemical complex by identifying the sources and causes of accidents typical of the facility in question, analyzing the possible consequences and providing recommendations on the organization of measures necessary to prevent the accident.

Ключевые слова: опасный производственный объект, технологический процесс, аварийная ситуация, предотвращение аварии, возможная взрывоопасная зона.

Keywords: hazardous production facility, technological process, emergency situation, accident prevention, possible explosive area.

На сегодняшний день предприятия нефтеперерабатывающей и нефтехимической отрасли являются неотъемлемой частью Российской промышленности. В следствие их высокой плотности, большого количества технологического оборудования, разнообразности технологических процессов и различных степеней опасности обращающихся в этих процессах веществ вопрос безопасности остается и продолжает быть актуальным.

Среди объектов нефтепереработки и нефтехимии в нашей стране все еще наблюдается высокий показатель аварийности, несмотря на ужесточение законодательной базы в сфере обеспечения промышленной и пожарной опасности. Степень этого показателя связана не только с ненадлежащим качеством технологического оборудования, подверженного механическому и коррозионному износу, но также высоким содержанием в исходном сырье сернистых соединений.

Так, в 2018 году на опасных производственных объектах произошло 19 аварий, ущерб от которых за года составил 14 млрд 827 млн рублей. Также за 12 месяцев 2018 года количество травмированных в результате аварии составило 23 человека, в том числе со смертельным исходом – 12. Количество групповых несчастных случаев составило 4 случая.

Статистика по ЧС на предприятиях нефтеперерабатывающей отрасли за последние 10 лет приведена в таблице.

Таблица – Статистика чрезвычайных происшествий за 2009-2018 гг.

Год	Вид и количество чрезвычайных происшествий						Всего
	Пожар	%	Взрыв	%	Выброс	%	
2009	14	64	5	23	3	14	22
2010	6	46	5	38	2	15	13
2011	5	38	6	46	2	15	13
2012	4	25	9	56	3	19	16
2013	1	5	16	80	3	15	20
2014	11	100	0	0	0	0	11
2015	6	100	0	0	0	0	6
2016	9	75	3	25	0	0	12
2017	4	57	1	14	2	29	7
2018	5	83	1	17	0	0	6
Итого	65	51	46	37	15	12	126

Для устойчивой эксплуатации объекта необходимо принимать во внимание потенциально-возможные аварии, присущие тому или иному технологическому процессу или оборудованию, учитывать причины их возникновения, иметь анализ возможных последствий и принимать профилактические мероприятия по снижению риска их возникновения.

Для объектов нефтехимического комплекса характерны такие аварийные ситуации, как: полное или частичное разрушение технологических установок, пожар пролива, образование токсичных и взрывоопасных облаков высокой концентрации, взрыв газовой смеси и иные ситуации. Согласно статистике, за последние 10 лет причинами произошедших аварий, в преобладающем большинстве, явились нарушения технологического процесса, механический и коррозионный износ оборудования, брак при его ремонте и монтаже, низкая конструктивная прочность. Кроме того, основополагающую роль играет человеческий фактор – нарушение правил промышленной и эксплуатационной безопасности, негативное вмешательство в технологический процесс тоже имеют немалый процент в статистике.

Все возможные опасные события, способные привести к возникновению и развитию аварии условно можно разделить на 3 группы: общие эксплуатационные опасности (перебои в подаче сырья, электроэнергии, инертного газа, воды и пара, воздуха для технологических целей и приборов КИПиА), опасности, связанные с внешними воздействиями (опасности, связанные с деятельностью соседних производств или объектов (техногенные опасности), с движением транспорта, а также природные опасности, акты саботажа и диверсии), специфические эксплуатационные опасности (отказы технологического оборудования, насосов, вентиляторов, средств контроля и управления параметрами технологического процесса, ошибочные действия или бездействие персонала, в том числе утечки из трубопроводов и оборудования) [2].

Для выбранных опасных событий проводится качественная и количественная оценка возможных последствий. Рассматриваются следующие аварии: взрывы парогазовых облаков на открытом пространстве, взрыв паровоздушных смесей в помещении, факельное горение струи, горение парогазового облака в виде «огненного шара», пожары проливов, образование и распространение взрывоопасных облаков [1].

Для определения условной вероятности того или иного исхода в «дереве событий» на каждом этапе строится соответствующее «дерево отказов», оно состоит из сочетаний

негативных исходных событий, ведущих к возникновению конечного события – опасных ситуаций или аварий в системе, устанавливаемых с помощью причинно-следственных связей [1].

Для предотвращения и ликвидации аварийной ситуации, на предприятии проводится комплекс специальных мероприятий, направленных на повышение устойчивости эксплуатации, к которому можно отнести составление сценариев возникновения и развития аварии для каждого вида оборудования, по которым разрабатываются и внедряются актуальные планы локализации и ликвидации последствий аварии и систему противоаварийной защиты, обеспечивающую аварийное отсечение установки в случае возникновения аварийной ситуации [3].

Та или иная авария имеет свой определенный процент вероятности. Логично, что особое внимание уделяется наиболее вероятным ситуациям, но для наглядности важности учета потенциально-возможных аварий с низкой степенью реализации, был произведен расчет.

Объектом проведенного исследования является Площадка производства мономеров одного из градообразующих нефтехимических комплексов – этилена и пропилена (установленная мощность – 300 тыс. тонн и 140 тыс. тонн соответственно), полностью обеспечивающее сырьём производство полимеров: полипропилена (мощность - 140 тыс. тонн в год) и полиэтилена высокого давления (мощность - 270 тыс. тонн в год). Объект относится ко II (второму) классу опасности и является одним из наиболее опасных производственных объектов, эксплуатируемых предприятием. Установка компримирования и разделения пирогаза является важнейшим блоком технологического процесса производства мономеров. Она выполняет функции компримирования, последовательного захлаживания и разделения пирогаза на метановую, водородную, этан-этиленовую, пропан-пропиленовую фракции; гидрирования, осушки этан-этиленовой фракции (ЭЭФ) и далее выделения из ЭЭФ этана и товарного этилена; гидрирования пропан-пропиленовой фракции (ППФ) и далее выделения из ППФ пропана и товарного пропилена; дистилляции и гидрирования пироконденсата, получение фракций ЖПП (35-195 °С и 70-210 °С), фракций C₅ и фракций ЖПП (35-210 °С и 35-270 °С).

Моделируемая аварийная ситуация заключается в образовании облака взрывоопасной смеси горючих газов, выделившихся из технологического оборудования установки по дегидратации пирогаза через фланцевые соединения, запорно-регулирующую арматуру и клапана оборудования. Дерево отказов для частичной разгерметизации установки приведено ниже (см. рисунок).

Так как облако ГВС представляет собой смесь газов, то влияние погодных условий на возникновение аварийной ситуации имеет решающее значение. При типичной для нашей географической полосы метеорологической обстановке, а точнее регулярным ветрам (в том числе порывистым) образование и существование облака смеси горючих газов маловероятно, а скорее, невозможно, но, анализируя данные, предоставленные Томским центральным гидрометеоцентром, относительно направления и силы ветра, необходимо принять во внимание постоянное присутствие штилевой безветренной погоды (скорость ветра <0,5 м/с) и общее процентное соотношение таких погодных условий относительно количества дней определенного месяца. В дальнейшем рассмотрении развития аварийной ситуации мы будем принимать наиболее опасный вариант продолжительности штиля – 3 суток (72 часа).



Рисунок – Дерево отказов для частичной разгерметизации установки по дегметанизации пирогаза

Наиболее вероятным представляется возникновение аварийной ситуации, связанной с образованием и взрывом горючего облака ГВС, в сухую, безветренную, жаркую погоду (так как горючие свойства взрывоопасных веществ ингибируются в следствие низкой температуры). При таких климатических характеристиках авария будет не только наиболее вероятна, но и наиболее опасна, следуя правилам составления сценария развития возможной чрезвычайной ситуации.

За основу расчета валового выделения газа через неплотности были взяты методики [4,5]. Таким образом, получилось, что за 72 часа безветренной погоды выделилось и скопилось в облаке 81 кг смеси горючего газа. Анализируя данные по материальному балансу интересующих нас технологических процессов, взрывоопасное облако газовой смеси, образованное истечением газа через неплотности фланцевых соединений, клапанов и запорно-регулирующей арматуры, соответственно, будет состоять преимущественно из этилена (70%), пропилена (20%) и этана (10%).

Далее рассматривался потенциально-возможный контакт с источником зажигания и, как следствие, взрыв облака ГВС. Были посчитаны возможные взрывоопасные зоны, а именно области барического (область полных разрушений – 20 м, область сильных разрушений – 40 м, область средних разрушений – 73 м, область слабых разрушений – 126 м) и термического воздействия (радиус огненного шара 11,3 м, область гибели 65% человек, попавших в зону поражения – 17 м, область гибели 25% человек – 21,5 м) и избыточное давление во фронте ударной волны (101 кПа, по степени травматизма определяемый сильными травмами с частым смертельным исходом). Очевидно, что все технологическое оборудование, попадающее в зоны полных, сильных, средних и слабых разрушений, а также в зону воздействия огненного шара будем считать условно, уничтоженным или поврежденным, а людей погибшими или серьезно ранеными. Данную аварийную ситуацию можно рассматривать как инициирующим событием для более серьезной аварии, выводящую ЧС на более высокий уровень.

Для решения проблемы были предложены следующие мероприятия: оптимизация установленных датчиков ДВК, особый контроль за метеорологическими условиями в радиусе действия установки, разработка соответствующих инструкций для персонала по характеру потенциальной опасности и проектировка специальных установок наружной

вентиляции, автоматически рассеивающей потенциальное облако ввиду отсутствия достаточного движения воздушных потоков по естественным причинам.

При выполнении приведенных рекомендаций удастся повысить устойчивость эксплуатации установки по компримированию и разделению пирогаза, а также других, аналогичных, установок со схожим технологическим сырьем и технологическими процессами.

Список литературы

1. Хафизов И. Ф., Бакиров И. К. Методика определения расчетных величин пожарных рисков на производственных объектах // Нефтегазовое дело: электрон. науч. журн. 2010. № 2. С. 42.
2. Расчетно-пояснительная записка к Декларации промышленной безопасности производства «Подготовка сырья и готовой продукции», книга 8. Регистрационный номер, установленный ГУПСГПУННортехнадзором России, 01-04 (01).0226-11-РПН.
3. Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации последствий аварий на объекте».
4. РД 51-31323949-05-00 Методика определения технологических потерь газового конденсата на промысловых объектах ОАО "Газпром".
5. РД 39-142-00 Методика расчета выбросов вредных веществ в окружающую среду от неорганизованных источников нефтегазового оборудования.
6. Расчетно-пояснительная записка к Декларации промышленной безопасности производства «Подготовка сырья и готовой продукции», книга 8. Регистрационный номер, установленный ГУПСГПУННортехнадзором России, 01-04 (01).0226-11-РПН.

УДК 621.317.3

РАЗРАБОТКА АППАРАТНОЙ ЧАСТИ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА НА БАЗЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ МОДУЛЕЙ

Сердюков Дмитрий Юрьевич, Юрченко Владислав Владимирович
Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда
E-mail: dima260595@gmail.com

DEVELOPMENT OF A HARDWARE PART OF A LABORATORY STAND ON THE BASIS OF MICROPROCESSOR MODULES

Serdyukov Dmitriy Yurievich, Yurchenko Vladislav Vladimirovich
Karaganda State Technical University, Karaganda

Аннотация: Статья посвящена обзору будущего лабораторного комплекса, а точнее его аппаратной составляющей. Данная работа посвящена развитию и упрощению работы с микропроцессорами. На примерах, которые будут описаны в этой статье, студенты других университетов также смогут создавать свои комплексы. В данной работе будут приведены конкретные примеры лабораторных работ, особое внимание уделено аппаратной части. Данная проблематика и боязнь использования микропроцессоров имеет многогранный характер, частичное решение которых предлагает данная работа.

Abstract: The article is devoted to a review of the future laboratory complex, or rather its hardware component. This work is devoted to the development and simplification of work with microprocessors. Using the examples that will be described in this article, students from other universities will also be able to create their own complexes. In this paper, specific examples of laboratory work will be given, special attention is paid to the hardware. This issue and the fear of using microprocessors is multifaceted, a partial solution of which this work offers.